

第 4 章 低 周 波 音

第4章 低周波音

4-1 概 要

供用時における熱源施設の稼働に起因する低周波音について検討を行った。

4-2 調 査

現地調査により、現況の把握を行った。

(1) 現地調査

① 調査事項

低周波音（音圧レベル[G特性]、1/3 オクターブバンド音圧レベル）

② 調査方法

「低周波音の測定に関するマニュアル」(平成12年10月、環境庁)に基づき、「JIS C 1514」の規格の低周波音レベル計を使用して、調査時間内において連続測定を行いG特性の音圧レベル (L_{G5}) [90%レンジの上端値]及び1/3 オクターブバンド音圧レベル (L_{50}) [中央値]を算出した。なお、測定高さについては、風雑音による音圧レベルの不規則な変動を回避するために、低周波音レベル計を地上において測定した。

③ 調査場所

図 2-4-1 に示すとおり、地域を代表する地点として、環境騒音・振動と同じ事業予定地内の3地点で調査を行った。

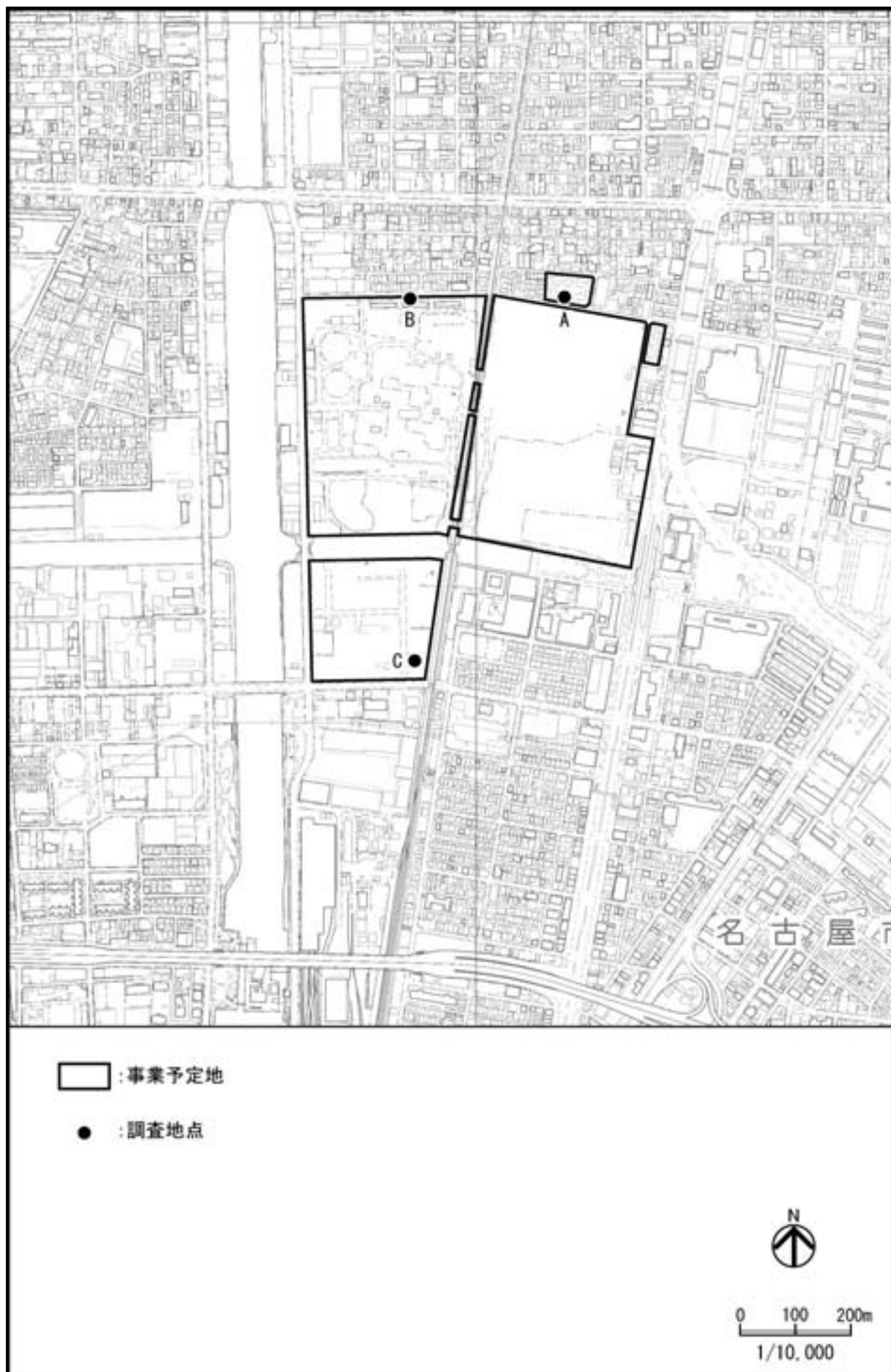


図 2-4-1 低周波音調査地点

④ 調査期間

調査期間は、表 2-4-1 に示すとおりである。

表 2-4-1 調査期間

区 分	調 査 期 間
平 日	平成 25 年 7 月 2 日（火）6 時～3 日（水）6 時
休 日	平成 25 年 6 月 30 日（日）6 時～7 月 1 日（月）6 時

⑤ 調査結果

ア 音圧レベル（G 特性）

低周波音の音圧レベル（ L_{G5} ）の調査結果は、表 2-4-2 に示すとおりである（詳細は資料 6－1（資料編 p. 674）参照）。なお、平坦特性から G 特性への変換は、各周波数別に資料 6－2（資料編 p. 680）に示す数値を用いた。

低周波音のレベル（ L_{G5} ）は、平日では昼間 67～74dB、夜間 66～72dB、全日 67～73dB であり、休日では、昼間 64～71dB、夜間 64～69dB、全日 64～70dB であり、昼間及び夜間とも同程度で変化は少ないが、休日よりも平日の方がわずかに高くなっている。

なお、平均値及び最大値ともに参照値の 92dB 以下となっている。

表 2-4-2 音圧レベル調査結果（G 特性）

単位：dB

調 査 地 点	音圧レベル（L _{G5} ）						参 照 値
	平 日			休 日			
	昼 間	夜 間	全 日	昼 間	夜 間	全 日	
A	70 （ 71.5 ）	72 （ 75.4 ）	70 （ 75.4 ）	67 （ 68.3 ）	67 （ 68.8 ）	67 （ 68.8 ）	92
B	67 （ 70.2 ）	66 （ 69.4 ）	67 （ 70.2 ）	64 （ 66.7 ）	64 （ 66.2 ）	64 （ 66.7 ）	
C	74 （ 76.4 ）	71 （ 73.9 ）	73 （ 76.4 ）	71 （ 72.9 ）	69 （ 71.2 ）	70 （ 72.9 ）	

注)1:昼間は 6～22 時、夜間は 22 時～翌日 6 時をいう。

注)2:各調査地点における上段は、昼間、夜間及び全日の G 特性の音圧レベル（90%レンジの上端値）、下段（ ）内は、1 時間毎の最大値を示す。

3:参照値は、G 特性の低周波音による心身に係る苦情に関する参照値である。（「低周波音問題対応の手引書」（平成 16 年））

イ 1/3 オクターブバンド音圧レベル

低周波音の1/3オクターブバンドの音圧レベル(L_{50})の調査結果は、表 2-4-3 及び図 2-4-2 に示すとおりである。各オクターブバンドの音圧レベルは、25Hz～40Hz で 45～60dB をピークとする概ね平坦な周波数のパターンであり、いずれの周波数とも表 2-4-4 に示す参照値「物的苦情に関する参照値」を下回る数値であった。また、表 2-4-4 に示す参照値「心身に係る苦情に関する参照値」では、40Hz～80Hz の範囲で参照値と比較し、最大で 12dB 程度超えているが、それ以外の周波数では参照値を下回る数値であった。

表 2-4-3 1/3 オクターブバンド音圧レベル調査結果

(単位: dB)

測定地点	測定区分	A. P.	1/3 オクターブバンド中心周波数(Hz)																			
			1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
A地点	平日	66.8	51.3	51.0	51.1	52.7	53.1	52.6	51.6	50.2	49.1	49.1	50.2	52.0	52.6	53.5	54.7	54.6	54.7	54.1	54.0	50.8
	休日	63.8	48.5	48.6	48.7	50.5	50.8	49.3	47.9	45.9	45.7	46.3	47.1	48.6	49.6	50.9	52.0	52.0	51.5	51.7	50.9	48.5
B地点	平日	64.1	50.9	50.0	49.7	50.8	51.7	51.9	51.3	49.9	48.2	47.0	47.8	48.5	49.4	50.1	49.4	48.9	49.6	48.3	47.1	45.9
	休日	61.8	50.7	49.8	49.0	49.8	50.0	48.8	47.5	45.8	44.6	43.8	44.2	44.5	45.6	46.7	46.4	46.1	46.1	45.8	45.1	43.5
C地点	平日	69.1	52.9	51.3	50.7	51.8	52.8	53.3	52.5	51.8	50.8	50.6	52.1	54.6	56.0	57.1	58.5	57.8	57.4	57.4	56.2	52.7
	休日	71.1	59.5	58.9	58.0	57.5	56.5	55.2	53.3	50.9	49.2	48.5	49.2	51.0	52.5	54.0	55.6	57.4	59.2	57.5	53.5	53.3

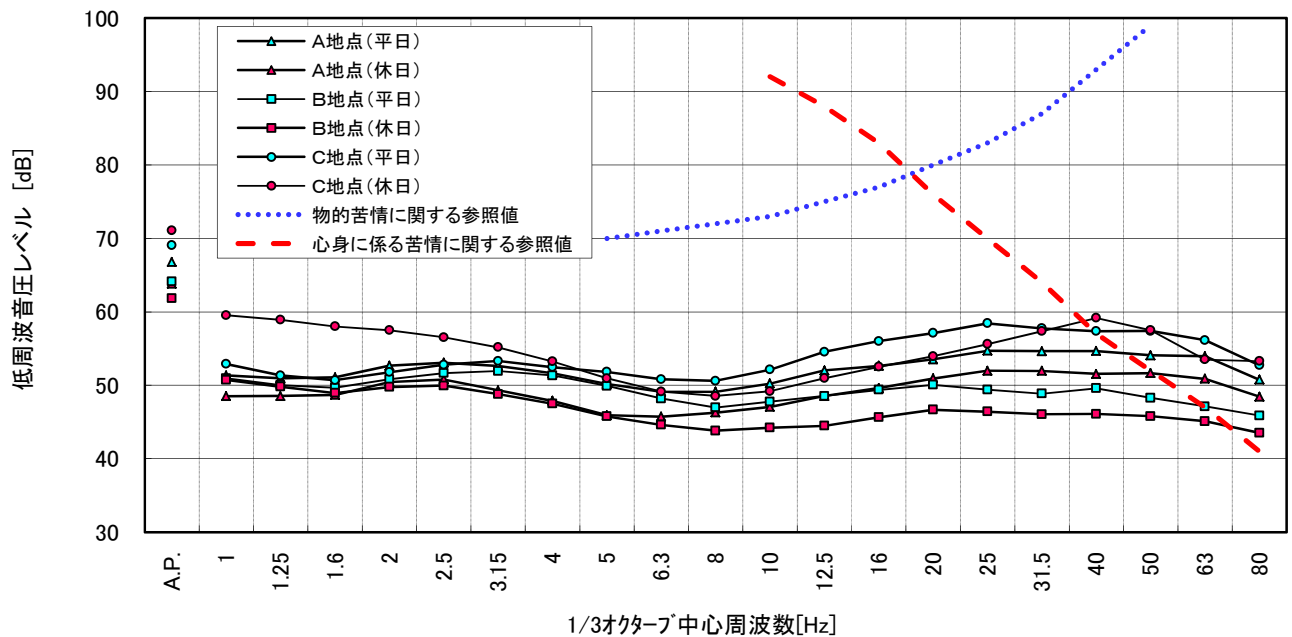


図 2-4-2 1/3 オクターブバンド音圧レベル調査結果

表 2-4-4 参照値（物的苦情及び心身に係る苦情に関する参照値）

(単位: dB)

	1/3 オクターブバンド中心周波数(Hz)																			
	1	1.3	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80
物的苦情に関する参照値								70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99		
心身に係る苦情に関する参照値											92	88	83	76	70	64	57	52	47	41

注) 参照値は、「低周波音問題対応の手引書」（環境省，平成 16 年）に示されている。苦情等に対して低周波音によるものかを判断するための目安である。

出典) 「低周波音問題対応のための手引書」（環境省環境管理局大気生活環境室，平成 16 年）

4-3 予 測

(1) 予測事項

熱源施設の稼働による低周波音圧レベル

(2) 予測対象時期

1 期工事及び 2 期工事のそれぞれが完了した時点

(3) 予測場所

事業予定地南側の熱源施設周辺とし、10mメッシュの格子点で予測を行った。受音点は地上 1.2m とした。

(4) 予測方法

① 予測手法

熱源施設の稼働による低周波音の予測は、図 2-4-3 に示す手順で行った。

予測式は、半自由空間の音源の伝搬理論式^{注)}を用いた。

$$L_i = L_w - 20 \log_{10} r - 8$$

L_i : 受音点での低周波音圧レベル (dB)

L_w : 低周波音圧レベル (dB)

r : 音源から受音点までの距離 (m)

また、施設の配置機器は複数稼働しているため、予測地点の低周波音圧レベルは次式により合成した。

$$L_G = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{LLi} - \Delta G) / 10}$$

L_G : 予測地点での G 特性の低周波音圧レベル (dB)

ΔG : G 特性補正值 (dB)

$L_{LLi} (i=1 \sim n)$: 予測地点での各施設機器の低周波音圧レベル (dB)

注)「環境アセスメントの技術」(社団法人環境情報科学センター, 1999 年)を参考に、低周波音についても騒音と同様に、伝搬理論式を用いて予測した。

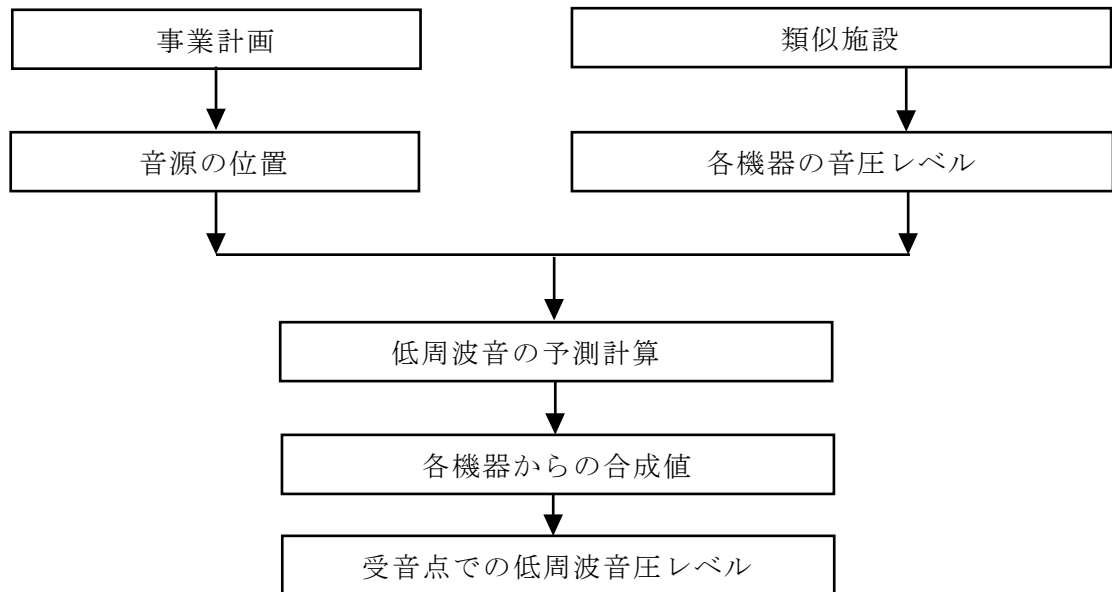


図 2-4-3 熱源施設の稼働による低周波音の予測手順

② 予測条件

ア 音源条件*

屋内設置が可能な機器については屋内に設置し、頑強な建物壁面の施工、機械室内の吸音材の施工などにより、施設壁面の透過する低周波音を周辺環境に影響を及ぼすおそれがないように低減させることから、低周波音の音源については屋上に設置するクーリングタワー及び屋内設置機器の発生音が外に伝播する排気口を対象とした。稼働時間は、24 時間稼働と設定した。

音源高さは、前掲図 2-2-9 (p. 302) に示すとおり、クーリングタワーを地上 23.2m (エネルギー施設 A : 1 期工事完了後) 及び地上 25.5m (エネルギー施設 B : 2 期工事完了後) に、排気口を地上 31m に設定した。

イ 施設機器の位置*

施設の機器配置のうち、屋上に設置するクーリングタワー及び屋内設置機器の発生音が外に伝播する排気口の位置について、後述する予測結果の図 (図 2-4-4) の上段に示した。

*:事業計画の進捗に伴い、エネルギー施設 A の設置機器及びその配置を見直した。

ウ 施設機器の音圧レベル

施設機器の低周波音圧レベルは、表 2-4-5 に示すとおり、類似施設の測定事例に基づき設定した。

表 2-4-5(1) 施設機器の音圧レベル及び稼働台数（A 区域：1 期工事完了後）

注 番号	予測対象 機器名称	全音域 A. P.	低周波音圧レベル(d B)																		計測距離 (m)	音 源 数		
			1/3 オクターブバンド中心周波数(Hz)																					
			1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50			63	80
①	クーリングタワー (小型パナソニック発電機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
②	クーリングタワー (排熱利用冷温水機、 ガス吸収冷温水機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	3
③	クーリングタワー (蒸気吸収式冷凍機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
④	クーリングタワー (ヒートポンプ用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
⑤	クーリングタワー (ターボ冷凍機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
⑥	ラジエーター (ガソリン発電機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	2
⑦	熱源用排気口	95	82	82	82	82	80	84	83	89	90	82	72	73	70	74	73	80	72	78	76	70	1.0	1
⑧	ガソリン発電機用排気口	95	82	82	82	82	80	84	83	89	90	82	72	73	70	74	73	80	72	78	76	70	1.0	1

注) 図番号は、図 2-4-4(1) と対応する。

- 出典) 1: クーリングタワー、ラジエーター（番号①～⑥）「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（環境省大気保全局，平成 12 年）を基に設定した。
 2: 熱源用排気口及びガソリン発電機用排気口（番号⑦～⑧）「低周波対応事例集」（環境省水・大気環境局大気生活環境室，平成 20 年）
 3: ①～⑥は屋外設置機器。⑦⑧は屋内設置機器の発生低周波音レベルを排出口位置に設定した。

表 2-4-5(2) 施設機器の音圧レベル及び稼働台数（A・B 区域：2 期工事完了後）

注 番号	予測対象 機器名称	全音域 A. P.	低周波音圧レベル (d B)																		計測距離 (m)	音 源 数		
			1/3 オクターブバンド中心周波数 (Hz)																					
			1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80		
①	クーリングタワー (小型パナソニック発電機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
②	クーリングタワー (排熱利用冷温水機、 ガス吸収冷温水機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	3
③	クーリングタワー (蒸気吸収式冷凍機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
④	クーリングタワー (ヒートポンプ用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
⑤	クーリングタワー (ターボ冷凍機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1
⑥	ラジエーター (ガソリン発電機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	2
⑦	熱源用排気口	95	82	82	82	82	80	84	83	89	90	82	72	73	70	74	73	80	72	78	76	70	1.0	2
⑧	ガソリン発電機用排気口	95	82	82	82	82	80	84	83	89	90	82	72	73	70	74	73	80	72	78	76	70	1.0	2
⑨	クーリングタワー (排熱利用冷温水機、 ガス吸収冷温水機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	4
⑩	クーリングタワー (ターボ冷凍機、 ヒートポンプ用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	2
⑪	クーリングタワー (ガソリン発電機用)	101	88	88	88	88	88	88	90	92	90	86	84	82	85	91	88	83	92	82	82	81	1.0	1

注) 図番号は、図 2-4-4(2) と対応する。

- 出典) 1: クーリングタワー、ラジエーター（番号①～⑥、⑨～⑪）「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（環境省大気保全局，平成 12 年）を基に設定した。
 2: 熱源用排気口及びガソリン発電機用排気口（番号⑦⑧）「低周波対応事例集」（環境省水・大気環境局大気生活環境室，平成 20 年）
 3: ①～⑥、⑨～⑪は屋外設置機器。⑦⑧は屋内設置機器の発生低周波音レベルを排出口位置に設定した。

(5) 予測結果

施設機器の稼働による低周波音圧レベル（G特性）の予測結果は、表 2-4-6 及び図 2-4-4 に示すとおり、1 期工事完了後は敷地境界で最大 64dB、2 期工事完了後は 65dB（参照値 92dB 以下）と予測される。

また、1/3 オクターブバンド音圧レベルの予測値（平坦特性）は、表 2-4-7 及び図 2-4-5 に示すとおり、「物的苦情に関する参照値」以下の数値となると予測される。また、「心身に係る苦情に関する参照値」については、敷地境界の 80Hz の周波数で最大 2dB 程度超えているが、現況において計測した数値（44～53dB）未満となっている。

表 2-4-6 施設機器の稼働による低周波音圧レベルの予測値

単位：dB

予測対象時期	予測地点	予測結果（ L_G ）	参照値
1期工事完了後	敷地境界	<u>64</u>	92
2期工事完了後	敷地境界	<u>65</u>	

注)1: 予測値は、G 特性で示す。

2: 参照値は、「低周波音問題対応の手引書」（環境省，平成 16 年）に示されている苦情等に対して低周波音によるものかを判断するための目安である。

1 期工事完了後

- ①: クーリングタワー (小型バイナリー発電機用)
- ②: クーリングタワー
(排熱利用冷水機、ガス吸収冷水機用)
- ③: クーリングタワー (蒸気吸収式冷凍機用)
- ④: クーリングタワー (ヒートポンプ用)
- ⑤: クーリングタワー (ターボ冷凍機用)
- ⑥: ラジエーター (ガスエンジン発電機用)
- ⑦: 熱源用排気口
- ⑧: ガスエンジン発電機用排気口

□: 熱源施設
□: コンクリート壁



0 25 50m
1/2, 500



□: 事業予定地
▨: 熱源施設
●: 敷地境界付近の予測点 (64dB)



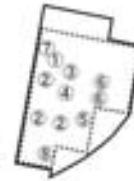
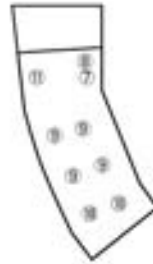
0 100 200m
1/10, 000

図 2-4-4(1) 熱源施設の稼働による低周波音圧レベルの予測結果 (1 期工事完了後)

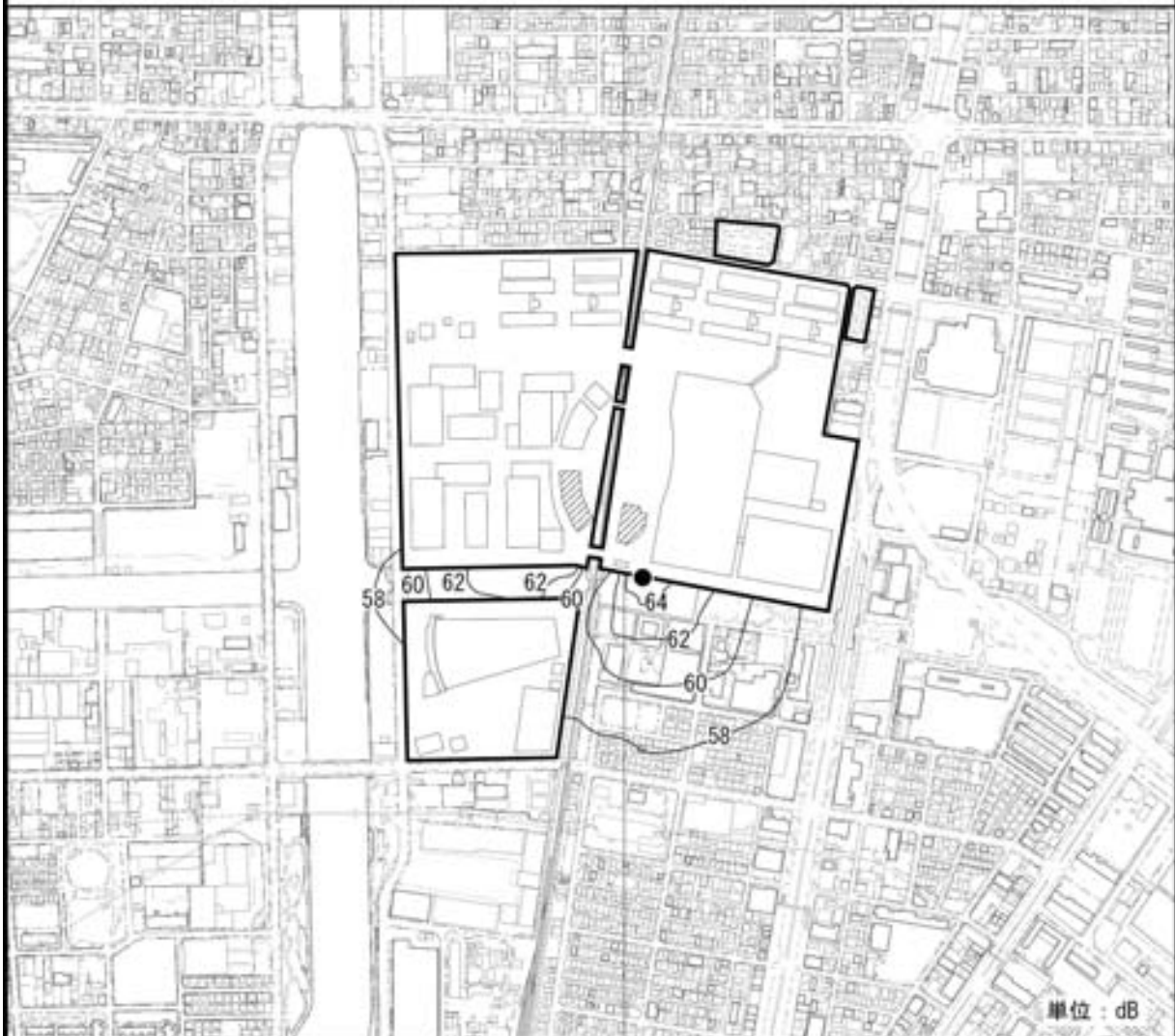
2 期工事完了後

- ①: クーリングタワー (小型バイナリー発電機用)
- ②: クーリングタワー
(排熱利用冷温水機、ガス吸収冷温水機用)
- ③: クーリングタワー (蒸気吸収式冷凍機用)
- ④: クーリングタワー (ヒートポンプ用)
- ⑤: クーリングタワー (ターボ冷凍機用)
- ⑥: ラジエーター (ガスエンジン発電機用)
- ⑦: 熱源用排気口
- ⑧: ガスエンジン発電機用排気口
- ⑨: クーリングタワー (排熱利用冷温水機、ガス吸収冷温水機用)
- ⑩: クーリングタワー (ターボ冷凍機、ヒートポンプ用)
- ⑪: クーリングタワー (ガスエンジン発電機用)

□: 熱源施設
□: コンクリート壁



0 25 50m
1/2,500



- : 事業予定地
- ▨: 熱源施設
- : 敷地境界付近の予測点 (65dB)



0 100 200m
1/10,000

図 2-4-4(2) 熱源施設の稼働による低周波音圧レベルの予測結果 (2 期工事完了後)

表 2-4-7 1/3 オクターブバンド音圧レベル予測結果

(単位: dB)

(単位: dB)																						
予測 時期	A. P.	1/3 オクターブバンド中心周波数 (Hz)																				
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	
1 期工事完成後		67.8	56.4	56.4	56.4	56.4	56.3	56.6	58.3	60.8	58.1	53.0	48.3	44.8	46.3	52.2	51.2	46.1	50.2	45.0	44.1	41.8
2 期工事完成後		69.0	57.6	57.6	57.6	57.6	57.4	57.8	59.5	62.0	59.3	54.2	49.4	46.0	47.4	53.4	52.4	47.3	51.4	46.2	45.3	43.0
評価 区分	物的苦情に関する参照値									70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99		
	心身に係る苦情に関する参照値												92	88	83	76	70	64	57	52	47	41

注) 参照値は、「低周波音問題対応の手引書」(環境省, 平成 16 年) に示されている苦情等に対して低周波音によるものかを判断するための目安である。

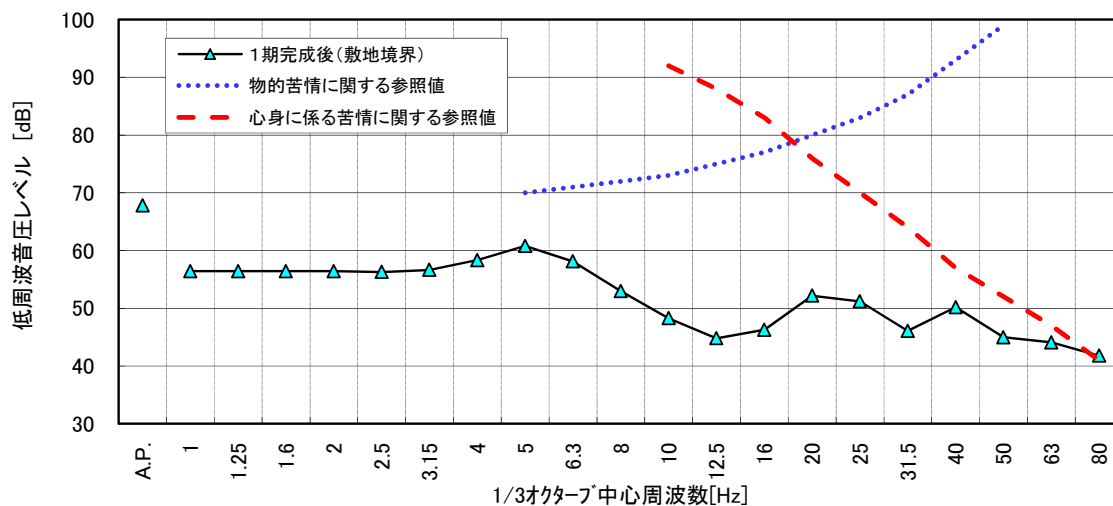


図 2-4-5(1) 1/3 オクターブバンド音圧レベル予測結果 (1 期工事完了後)

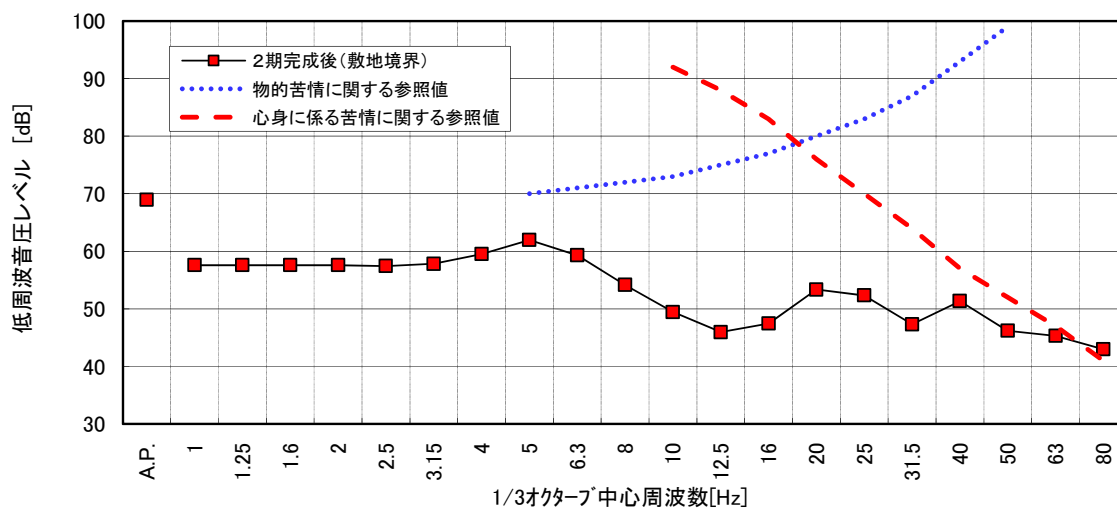


図 2-4-5(2) 1/3 オクターブバンド音圧レベル予測結果 (2 期工事完了後)

4-4 環境の保全のための措置

(1) 予測の前提とした措置

- ・屋内設置が可能な機器については屋内に設置する。
- ・施設内の機器に対しては、頑強な建物壁面の施工、機械室内の吸音材の施工により、施設壁面の透過する低周波音を周辺環境に影響を及ぼすおそれがないように低減させる。(資料 6 - 3 (資料編 p. 681) 参照)

(2) その他の措置

- ・可能な範囲で、設備本体へのサイレンサ等の設置を行う。
- ・施設機器の運転管理において低周波音の発生の低減に努めるとともに、十分な点検・機能検査・整備により、性能の維持に努める。

4-5 評 価

予測結果によると、予測の前提とした措置を講ずることで、施設機器の稼働による低周波音圧レベル（G 特性）の予測結果は、1 期工事完了後で最大 64dB、2 期工事完了後で最大 65dB と予測され、低周波音の苦情に対して低周波音によるものかを判断する目安である参照値（92dB）以下、並びに「物的苦情に関する参照値」、「心身に係る苦情に関する参照値」と比較すると、80Hz の周波数で最大 2dB 程度超えているが、現況において計測した数値未満であり、周辺環境に及ぼす影響は小さいと判断する。

本事業の実施にあたっては、頑強な建物壁面の施工、機械室内の吸音材の施工により、施設壁面の透過する低周波音を周辺環境に影響を及ぼすおそれがないように低減させることで、周辺環境に及ぼす影響は低減するとともに、施設機器の運転管理において低周波音の発生の低減に努めるとともに、十分な点検等の環境の保全のための措置を講ずることにより、周辺の環境に及ぼす影響のさらなる低減に努める。